

(4)

Corr-US 5-490-220



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der  
europäischen Patentschrift**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 R 19/00**

⑨ **EP 0 707 781 B 1**

⑩ **DE 695 11 207 T 2**

②	Deutsches Aktenzeichen:	695 11 207.4
⑧	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US95/05642
⑨	Europäisches Aktenzeichen:	95 919-010.9
⑦	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 95/31082
⑥	PCT-Anmeldetag:	5. 5. 1995
⑧	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	16. 11. 1995
⑨	Erstveröffentlichung durch das EPA:	24. 4. 1996
⑨	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	4. 8. 1999
④	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	3. 2. 2000

③⑩ Unionspriorität:  
238965                      05. 05. 1994    US

⑦③ Patentinhaber:  
Knowles Electronics, Inc., Itasca, Ill., US

⑦④ Vertreter:  
Zeitler & Dickel Patentanwälte, 80539 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
DE, DK, GB, NL

⑦② Erfinder:  
LOEPPERT, Peter, V., Hoffman Estates, IL 60195, US

⑤④ **FESTKÖRPERKONDENSATOR UND MIKROFONVORRICHTUNGEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**DE 695 11 207 T 2**

**DE 695 11 207 T 2**

27.08.99

5

### Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft Festkörperkondensatoren. Insbesondere betrifft die Erfindung Miniaturfestkörperkondensatormikrofone, welche dort nützlich sind, wo kleine Abmessungen gewünscht werden, wie beispielsweise für Sensoren von Hörgeräten.

### Stand der Technik

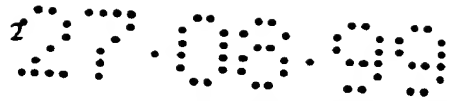
15

Ein typisches Kondensatormikrofon umfaßt ein eine Vorspannung erzeugendes Element, Vbias (üblicherweise ein Elektret), ein Membran/Gelenkelektrode-Paar, welches eine Kapazität ausbildet, die sich mit dem Schalldruck ändert, und eine Feldeffekttransistorschaltung (FET) zum Puffern des Ausgangssignals. Miniaturmikrofone, welche in Hörgeräten oder anderen Anwendungen verwendet werden, sind typischerweise Elektretkondensatormikrofone. Diese sind mit hoch präzisen, gestanzten Metallteilen, organischen Membranfilmen, wie beispielsweise Mylar und Polyester, und hoch geladenen Elektretfilmen zum Vorspannen der Mikrofone aufgebaut. Diese Mikrofone haben einige Nachteile. Ihre Größe wurde reduziert bis zu den Grenzen der Herstellbarkeit. Eine mangelnde Einheitlichkeit beim Stanz- und Montageverfahren führt zu einer hohen Streuung in der Empfindlichkeit. Darüber hinaus führen Temperatur- und Feuchtigkeitseffekte auf dem organischen Membranfilm und dem Elektret zu einer Langzeitdrift der Mikrofonleistungsfähigkeit.

30

Bei dem Versuch, diese mit herkömmlichen Miniaturmikrofonen verbundenen Nachteile zu beseitigen, haben verschiedene Entwickler versucht, Festkörpermikrofone unter Verwendung von Halbleitertechniken herzustellen. Derartige Mikrofone unter Verwendung anorganischer Dünnschichten haben das Potential die mit herkömmlichen Miniaturmikrofonen verbundenen Probleme zu lösen. Bisher war jedoch der Versuch, derartige Festkörpermikrofone aufzubauen, dahingehend nicht

35



erfolgreich, daß gleichzeitig sowohl die notwendige Empfindlichkeit als auch eine gute Herstellbarkeit nicht erreicht wurden.

Herkömmliche Mikrofone haben rechtwinklige Membran/Gelenkelektrode-Paare und messen üblicherweise einige Millimeter an einer Seite mit einem Abstand zwischen der Membran und der Gelenkelektrode von einigen zehntel Mikrometer. Eine Elektretvorspannung von einigen hundert Volt ist erforderlich, um die Mikrofonempfindlichkeit in einen gewünschten Bereich zu bringen. Bei der Entwicklung eines Festkörpermikrofons, beispielsweise aus Silizium, ist es wünschenswert, die Vorspannung in den Bereich von 5 bis 10 Volt zu reduzieren, um Umfangsstabilitätsprobleme des Elektrets zu vermeiden. Diese Spannung kann auf bequeme Weise direkt von einer Stromversorgung oder einer herkömmlichen Ladungspumpenschaltung gewonnen werden. Die Reduktion des Vorspannungswertes erfordert eine entsprechende Erhöhung der Kapazitätsänderung ( $\Delta C$ ) der Kapazität ( $C$ ), um eine entsprechende Empfindlichkeit aufrecht zu erhalten. Ein Verfahren zum Aufrechterhalten der Empfindlichkeit des Miniaturmikrofons liegt darin, den Abstand zwischen der Membran und der Gelenkelektrode auf etwa 1 bis 2  $\mu\text{m}$  zu reduzieren. Es ist weiterhin notwendig, eine mechanische Übereinstimmung der Membran (beispielsweise Auslenkung über Schalldruckpegel) in einem mit herkömmlichen Mikrofonen wenigstens vergleichbaren Bereich zu halten.

In einer Membran existieren zwei Arten von Kräften, welche einer Auslenkung in Abhängigkeit vom Druck entgegenwirken. Die erste Kraft umfaßt Plattenbiegekräfte, welche proportional zur Dicke der Membran sind. Diese Kräfte können durch Verwendung von sehr dünnen Membranfilmen reduziert werden. Die zweite Kraft, welche der Auslenkung entgegenwirkt, umfaßt Membrankräfte, welche proportional zur auf die Membran angewendeten Spannung sind. Im Falle einer dünnen Filmmembran ist Spannung im wesentlichen nicht bewußt hinzugefügt, aber diese ist ein Ergebnis der Herstellungstechnik sowie Fehlanpassungen von thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen der Membran und dem speziellen Mittel, welches zum Halten der Membran verwendet wird.

27.08.99

Entwickler, welche Festkörpermikrofone hergestellt haben, bemerkten das Problem der Restspannung in der Membran. Hohm und Hess, J. Acoust. Soc. Am. 85, 476-480 (1989) verwendeten eine flache Siliziumnitritmembran mit hoher Restspannung. Zur Reduktion der Spannung implantierten sie Stickstoff zum Entspannen des Nitritfilms. Diese Technik ist jedoch sehr empfindlich bezüglich der Implantationsdosierung und Energie sowie bzgl. eines thermischen Ausglühzyklus. Es ist schwierig eine Gleichmäßigkeit der ursprünglichen Spannung über eine derartige Membran zu steuern, und ein derartiges Verfahren kann der Membran keine Langzeitstabilität verleihen.

10

Bergqvist und Rudolf, Transducers 91, Proceedings of the International Conference on Solid-State Sensors and Actuators (IEEE, New York, 1991) S. 266-269, reduzierten Membranspannungen auf andere Weise. Sie stellten eine Niederspannungsmembran unter Verwendung von leicht dotierten Einkristallsilizium her. Obwohl dies bei der Reduktion der Membranspannung erfolgreich war, bildete sich eine parasitäre Kapazität, welche den Vorteil der niedrigen Membranspannung zunichte machte.

Eine Voranmeldung (US-Anmeldung mit der Seriennr. 07/853488, Europäische Veröffentlichungsnr. 0 561 566, seitens des Anmelders) offenbart eine Festkörperkondensatoreinrichtung mit einer festen Gelenkelektrode, die eine feste Elektrode in einem Parallelplattenkondensator ausbildet, und mit einer Membran mit einer vorbestimmten Dicke. Die Membran ist empfindlich auf auftretende Schalldruckwellen und bildet eine bewegliche Elektrode in dem Parallelplattenkondensator. Die Vorrichtung umfaßt ferner eine Aufnahmevorrichtung mit einem Aufnahmespalt zur Aufnahme der Membran um den Umfang der Membran herum in Zusammenarbeit mit der Gelenkelektrode. Um die Membran ohne physikalische Befestigung zu halten ist die Dicke des Aufnahmespalts größer als die Dicke der Membran.

30

#### Darstellung der Erfindung, Aufgabe, Lösung, Vorteile

Erfindungsgemäß umfaßt eine Festkörperkondensatoreinrichtung, welche auf einem einzelnen Siliziumwafer aufgebaut ist, eine feste, perforierte Gelenkelektrode,

27.08.99

welche aus dem Siliziumwafer ausgebildet ist, welcher eine feste Elektrode in einem Parallelplattenkondensator ausbildet; eine Membran, welche empfindlich für auftretende Schalldruckwellen ist und eine bewegliche Elektrode in dem Parallelplattenkondensator bildet; und eine Aufnahmevorrichtung mit einem Aufnahmespalt (g) zum Rückhalten der Membran derart, daß diese mit der Gelenkelektrode zusammenwirkt, ohne auf die Membran nennenswerte Spannung auszuüben, wobei die Dicke des Aufnahmespaltes größer ist als die Dicke der Membran, um die Membran ohne physikalische Verbindung im Aufnahmespalt zu halten, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtung radial innerhalb des Umfangs der Membran angeordnet ist.

In vorteilhafter Weise sind mehrere derartige Aufnahmevorrichtungen beabstandet radial innerhalb des Umfangs der Membran angeordnet.

Andere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1a und 1b sind Schnittansichten, welche die Herstellung einer erfindungsgemäßen Membran illustrieren;

Fig. 2 ist eine Aufsicht auf die Membran von Fig. 1b;

Fig. 3 ist eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Gelenkelektrode;

Fig. 4 ist eine Aufsicht auf die Gelenkelektrode von Fig. 3;

Fig. 5 ist eine Schnittansicht eines herkömmlichen Kondensators; und

Fig. 6 ist eine Schnittansicht eines anderen herkömmlichen Kondensators;

Fig. 7 ist eine Aufsicht der Erfindung;

Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht der Ausführungsform gemäß Fig. 7; und

Fig. 9 ist eine Schnittansicht der Ausführungsform von Fig. 7, welche im wesentlichen auf die Membran wirkende Kräfte illustriert.

# 10 Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Während diese Erfindung auf unterschiedlichste Art und Weise ausgeführt werden kann, sind in den Zeichnungen und der Beschreibung bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung im Detail beschrieben, wobei diese lediglich als beispielhaft zu verstehen sind, zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Prinzips und nicht zum Einschränken der Erfindung auf die illustrierten bevorzugten Ausführungsformen.

Festkörpermikrofone im Stand der Technik enthalten eine Membran, deren Ecken fest mit dem Kondensator verbunden sind. Derartige feste Verbindungen üben Spannung auf eine dünne Membran während ihrer Herstellung aus. Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß nur wenig Spannung in die Membran eingebracht wird, wenn diese nur lose gehalten ist. Im Ergebnis zeigt die Membran eine größere Empfindlichkeit bezüglich Schalldruck.

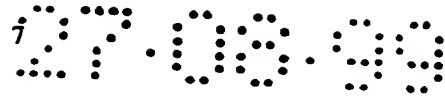
25 Eine mit 12 bezeichnete Membran mit niedriger Spannung ist mit dem in Fig. 1a und 1b illustrierten Verfahren herstellbar. Ein doppelseitig polierter <100> orientierter Siliziumwafer wird mit ersten und zweiten 400 Å Oxidschichten 16, 18 auf jeweiligen Seiten eines Wafers 14 oxidiert. Anschließend wird eine 1000 Å Schicht aus Aluminium 20 auf der ersten Oxidschicht 16 mittels Verdampfen aufgebracht. Alternativ wird eine Schicht aus polykristallinem Silizium (Poly) mittels chemischem Aufdampfen bei niedrigem Druck anstatt der Aluminiumschicht 20 aufgebracht. Als nächstes wird eine 1 µm dicke Siliziumnitridschicht 24 mittels plasma-

verstärktem chemischem Aufdampfen (PECVD) auf die Aluminiumschicht 20 aufgebracht und in Form der Membran 12 geätzt. Als nächstes wird eine zweite 1000 Å Kupfer-Schicht aus Aluminium 26 mittels Verdampfen auf die Siliziumnitridschicht 24 aufgebracht. Die erste und zweite Aluminiumschicht 20, 26 werden um  
 5 ihren Umfang herum genau unterhalb der Kante der Siliziumnitridschicht 24 geätzt. Dieses Ätzen bildet das „gestufte“ Umfangsprofil der Aluminiumschichten 20, 24 aus, um die Oxidschichten 16 zur Verbindung mit einer zweiten Nitridschicht 30 freizulegen.

10 Die zweite Schicht aus PECVD-Nitrid 30 ist 1,5 µm dick und wird aufgebracht und nachfolgend zum Ausbilden von Aufnahmevorrichtungen 36 geätzt. Die Aufnahmevorrichtungen 36 umfassen einen Aufnahmeträger 38 und einen Aufnahmearm 40. Die Aufnahmevorrichtung 36 nehmen, wie voranstehend beschrieben, die Membran 12 auf, um diese ohne Ausübung von Spannung oder Druck auf die  
 15 Membran 12 zu halten. Die Figuren sind nicht maßstabsgetreu, da die Dicke der Siliziumschicht 15 im Vergleich mit den übrigen Schichten sehr groß ist.

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht auf die Membran 12 mit den entsprechend angeordneten Aufnahmevorrichtungen 36. Die Aufnahmevorrichtungen 36 sind kleine, voneinander getrennte Elemente, so daß ihre innere Spannung keinen Bruch der Aufnahmevorrichtung 36 oder dem Rest der Anordnung bedingt. Diese Aufnahmevorrichtungen können unterschiedliche Formen annehmen.

Zum Vollenden der Herstellung der Membran 12 wird die zweite Aluminiumschicht 26 auf der Oberseite der Membran 12 abgezogen, und es wird eine Verbindungsschicht 44 durch Aufbringen einer Schicht aus Chrom/Gold-Metall auf der Membran 12 ausgebildet, wie in Fig. 1b dargestellt. Das Gold des Chrom/Gold-Metalls wird von der Oberfläche der Membran abgeätzt, wodurch die Verbindungsschicht 44 eine sehr dünne Chromschicht (100 – 200 Å in der Dicke) umfaßt. Die Verbindungsschicht 44 dient zum Verbinden der Membran 12 mit einer anderen Schaltung des Wafers 14. Die zweite Oxidschicht 18 an der Rückseite des Wafers 12 wird dann geätzt, um als Maske für ein nachfolgend beschriebenes Kavitätsätzen zu dienen.



Zum Ausführen des Kavitätsätzens wird der Wafer 12 in ein anisotropes Ätzmittel, wie beispielsweise EDP, getaucht, um die Kavität 48 auszubilden. Zum Wegätzen der ersten und zweiten Aluminiumschichten 20, 26 wird ein Aluminiumätzmittel verwendet, um die Membran freizulegen. Ein abschließendes Eintauchen in eine  
5 gepufferte HF-Lösung entfernt die erste Oxidschicht 16 unter der Membran 12.

Wie in Fig. 1b dargestellt, hat die Membran eine Dicke „t“, und die Aufnahmevorrichtung 36 bildet einen Spalt mit einer Spaltdicke „g“ aus. Der Spalt nimmt die Membran 12 im Zusammenwirken der Anordnung bezüglich der Gelenkelektrode  
10 auf, um die Membran ohne tatsächliche Verbindung an diese zu halten. Auf diese Weise ist die Membran an ihrem Ort gehalten, ohne merkliche Spannung auf die Membran 12 auszuüben.

Fig. 2 zeigt eine Aufsicht auf die Membran 12. Die Membran 12 umfaßt ein längliches hinteres Element 52, welches sich zu einer Seite hin erstreckt und in einem  
15 quadratischen Anschlußsteg 54 endet, welcher auf dem Siliziumsubstrat befestigt ist. Wie zuvor bereits erwähnt, wird das Gold des Chrom/Gold-Metalls von der Membranoberfläche 12 entfernt. Es wird jedoch etwas Gold auf dem Anschlußfleck bzw. Pad 54 belassen, um eine Verbindung in bekannter Weise zu ermöglichen. Während das hintere Element 52 frei schwebt, ist seine Bewegung nach  
20 unten durch das Siliziumsubstrat und nach oben durch die Haltevorrichtungen eingeschränkt.

Die Verbindungsschicht 44 auf der Membran 12 ist auf den Mittelbereich der  
25 Membran 12 beschränkt, wo die Auslenkung der Membran am größten ist. Diese Anordnung maximiert die Empfindlichkeit des Mikrofons und minimiert parasitäre Kapazitäten zwischen der Membran 12 und der übrigen Struktur. Da die Membran 12 vom Siliziumsubstrat isoliert ist, wird parasitäre Kapazität ferner durch Anwendung einer Schutzspannung auf das Substrat reduziert, welche vom Ausgang einer FET-Schaltung abgeleitet wird.  
30

Der Aufbau der in der praktischen Ausführung der Erfindung verwendeten Gelenkelektrode ergibt sich am besten unter Bezugnahme auf Fig. 3, welche eine Schnittansicht der Gelenkelektrode 64 zeigt, welche mittels Ätzen aus dem Silizi-

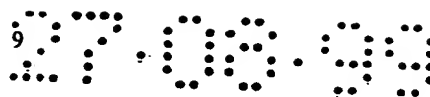


umwafer hergestellt ist. Die Gelenkelektrode 64 weist mehrere Perforierungen 66 zum Minimieren einer Steifheit aufgrund von zwischen der Membran 12 und der Gelenkelektrode 64 gefangener Luft auf. Die Gelenkelektrode 64 wird aus dem Siliziumchip ausgebildet, welcher stark mit Bor dotiert ist. Dies setzt die Gelenkelektrode 64 unter Spannung, verbessert die Leitfähigkeit und dient als ein Ätzstop zum Ausbilden der erforderlichen Geometrie. Der oben erwähnte Bergqvist betonte die Notwendigkeit einer hochperforierten Gelenkelektrode. Er identifizierte jedoch die Notwendigkeit einer niedrigen Spannung der Gelenkelektrode in falscher Weise unter Verwendung leicht dotierten einkristallinen Siliziums. Erfindungsgemäß ist eine steife Gelenkelektrode bevorzugt, da diese die größtmögliche relative Bewegung zwischen der Membran und der Gelenkelektrode ermöglicht.

Die Herstellung der Gelenkelektrode 64 beginnt mit einem doppelt polierten, <100> orientierten Siliziumwafer 68, auf dem eine Nitridschicht aufgebracht und zum Maskieren eines flachen Spaltes 70 geätzt wird. Der flache Spalt 70 wird etwa 2 µm tief in das Silizium mit einem anisotropen Ätzmittel geätzt. Das zurückbleibende Nitrid wird entfernt und es wird eine neue Schicht aufgebracht und derart geätzt, daß dünne Inseln zurückbleiben, welche über den Stellen, wo die Löcher 72 erforderlich sind, angeordnet sind. Eine starke Bordotierung wird in die vordere Oberfläche diffundiert, um einen p+-Ätzstop mit etwa 4 µm Tiefe auszubilden. Das Nitrid auf der Rückseite des Wafers von der zweiten Schichtabscheidung wird derart geätzt, daß es eine Maske für das Kavitätsätzen bildet. Eintauchen des Wafers in ein isotropes Ätzmittel, wie beispielsweise EDP, bildet die Kavität 48 aus, wodurch sich die perforierte Gelenkelektrode 64 ergibt.

Bei einem alternativen Verfahren zum Herstellen der Gelenkelektrode 64 wird statt eines Ätzens zum Ausbilden des Spaltes 70 der Umfang des Wafers 78 derart mittels Aufbringen von dünnen Filmen ausgebildet, wie im Stand der Technik bekannt, um den Spalt 70 herzustellen.

Fig. 4 zeigt eine Aufsicht auf die Gelenkelektrode 64. In dieser Figur ist eine vergleichsweise kleine Anzahl von Löchern 76 illustriert. Bei einer praktischen Aus-

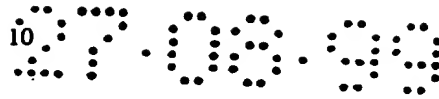


führung der Erfindung ist es jedoch häufig üblich, eine Gelenkelektrode mit wesentlich mehr Perforationen auszubilden.

Erfindungsgemäß sind die Membran und die Gelenkelektrode mittels Bonden miteinander verbunden, wobei eine der herkömmlichen Techniken, wie beispielsweise eutektisches Löten, elektrostatisches Bonden oder Siliziumfusionsbonden, verwendet wird. Ein gebondetes Paar ist in der Schnittansicht von Fig. 5 dargestellt. Zum Fertigstellen der Einheit zum Verwenden in einem Mikrofon wird die Kombination aus Membran und Gelenkelektrode auf einem Träger 80 befestigt, welcher zusammen mit der Gelenkelektrode 64 eine geschlossene Rückkammer 82 ausbildet. Auf einem der Siliziumteile werden zum Ausbilden eines vollständigen Mikrofonelementes eine FET-Schaltung 84 wie auch eine Vorspannungsquelle (nicht dargestellt) einfach integriert.

Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung ist die Membran 12 und die Gelenkelektrode 64 auf einem einzelnen Siliziumwafer ausgebildet, wie in Fig. 6 dargestellt. In dieser Ausführungsform wird zuerst die Gelenkelektrode 64 unter Verwendung von bordotierten Verfahren, wie oben unter Bezug auf Fig. 3 beschrieben, ausgebildet, ohne vorheriges Ausbilden des flachen Spaltes. Nach dem Bordotieren wird eine leicht dotierte polykristalline Siliziumschicht aufgebracht. Die vordere Fläche des Wafers bleibt relativ eben, und der p+-Ätzstop wird nun unter die Oberfläche eingebracht. Als nächstes werden die Membran 12 und die Haltevorrichtungen 36 auf dem Siliziumwafer 14 ausgebildet, unter Verwendung derselben allgemeinen Verfahren, wie oben unter Bezugnahme auf Fig. 1a und 1b beschrieben. Wenn der Wafer 14 in EDP zum Ausbilden der Kavität 48 eingetaucht wird, dann werden die Opferschichten zum Freilegen der Membran 12 entfernt und der Spalt ausgebildet. Der die Gelenkelektrode 64 umfassende Siliziumwafer wird mit einer Basis 92 verbunden, um eine geschlossene Rückkammer 94 auszubilden. Zum Ausbilden des vollständigen Mikrofonelementes wird eine FET-Schaltung und eine Vorspannungsquelle auf dem Siliziumteil integriert.

Beim Ausführen der Erfindung ist es notwendig, akustische Lecks um die Membran herum zwischen der Schallquelle und der Rückkammer zu vermeiden. Derartige akustische Lecks werden in der Vorrichtung in Fig. 6 dadurch vermieden, daß



Umfangskanten der Membran 12 den Siliziumwafer 14 kontaktieren, wenn sich die Membran 12 aufgrund elektrostatischer Anziehung durch die Vorspannung in Richtung Gelenkelektrode bewegt. Bei der in Fig. 5 veranschaulichten Vorrichtung ist ein akustisches Leck mittels eines Ringes im Ruckelektrodenelement vermieden, welcher mit der Membran 12 in Eingriff kommt, wenn sich diese in Richtung der Gelenkelektrode 64 unter denselben elektrostatischen Anziehungen bewegt. Diese Vorrichtungen erlauben jedoch eine niederfrequente Luftströmung von der Rückkammer zur Kompensation statischer Druckdifferenzen zwischen der Rückkammer und der Umgebung.

10

Eine Modifikation der Vorrichtung von Fig. 1a, 1b und 2 ist in Fig. 7 und 8 illustriert. Erfindungsgemäß sind die Haltevorrichtungen 36 radial einwärts am Umfang der Membran 12 angeordnet. Diese Haltevorrichtungen dieser Ausführungsform sind ähnlich zu den Haltevorrichtungen 36 von Fig. 1 und 2, wie oben beschrieben, ausgebildet, mit der Ausnahme, daß die Haltevorrichtungen dieser Ausführungsform jeweils zwei Haltearme 40 umfassen. Wie in Fig. 7 und 8 dargestellt, werden sowohl um den Umfang der Membran 12 herum angeordnete als auch radial einwärts vom Umfang der Membran 12 ausgehende Haltevorrichtungen 12 verwendet. Zusätzlich ist das rückwärtige Element 52 mit einem U-förmigen Abschnitt 100 ausgebildet, welcher ebenfalls von einer Haltevorrichtung 36 aufgenommen wird. Der U-förmige Abschnitt 100 biegt sich, um der Membran 12 eine Bewegung in Richtung des rückwärtigen Elementes 52 zu ermöglichen, was zusätzlich der Membran 12 die Möglichkeit gibt, einen größeren Grad von Bewegung zur weiteren Spannungsreduktion durchzuführen.

25

Fig. 9 ist eine Schnittansicht der Ausführungsform von Fig. 7 und 8. Wie dargestellt, wirken die Haltevorrichtungen 36 derart zusammen, daß sie ein Biegen (mit Strichlinien dargestellt) der Membran 12 verhindern, während gleichzeitig eine Spannung durch starres Klammern vermieden ist.

30

Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen und Bedingungen beschrieben, welche die Erfindung nicht einschränken sollen. Der Fachmann im Stand der Technik wird die Veränderungen von den Ausführungsformen und Bedingungen, welche hierin beschrieben sind, verstehen, welche

11 27.08.99

ohne Abkehr von der Erfindung, wie in den beigefügten Ansprüchen dargestellt,  
möglich sind.

27.08.99

5

**Patentansprüche:**

- 10 1. Festkörperkondensator, welcher auf einem einzigen Silicium-Wafer ausgebildet ist und umfaßt eine feste perforierte Gelenkelektrode (64), welche aus dem Silicium-Wafer (14) gebildet ist und eine feste Elektrode in einem Parallelplattenkondensator bildet; eine Membran, welche empfindlich für auftreffende Schalldruckwellen ist und eine bewegliche Elektrode in dem Parallelplattenkondensator bildet; und eine Aufnahmevorrichtung (36) mit einem Aufnehmerspalt (g) zum Rückhalten der Membran derart, daß diese mit der Gelenkelektrode (64) zusammenwirkt, ohne auf die Membran nennenswerte Spannung auszuüben, wobei die Dicke des Aufnehmerspaltes (g) größer ist als die Dicke der Membran (12), um die Membran (12) ohne physikalische Verbindung im Aufnehmerspalt (g) zu halten,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
20 daß die Aufnahmevorrichtung (36) radial innerhalb des Umfangs der Membran (12), angeordnet ist.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Aufnahmevorrichtungen (36) umfaßt, welche radial innerhalb des Umfangs der Membran (12) angeordnet sind.
- 30 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmevorrichtungen (36) im wesentlichen gleichmäßig voneinander beabstandet sind.

1 / 5  
27.08.99

A cross-sectional view of a semiconductor device. The structure consists of a substrate with multiple layers. From bottom to top, the layers are labeled 14, 16, 18, and 20. Layer 14 is the thickest. Above layer 20, there is a series of stacked rectangular blocks. The topmost block is labeled 30. Below it is a block labeled 12. Below block 12 is a block labeled 24. Below block 24 is a block labeled 26. The blocks are arranged in a stepped fashion, with each block being wider than the one below it.

2/3  
27.08.99

FIG. 2

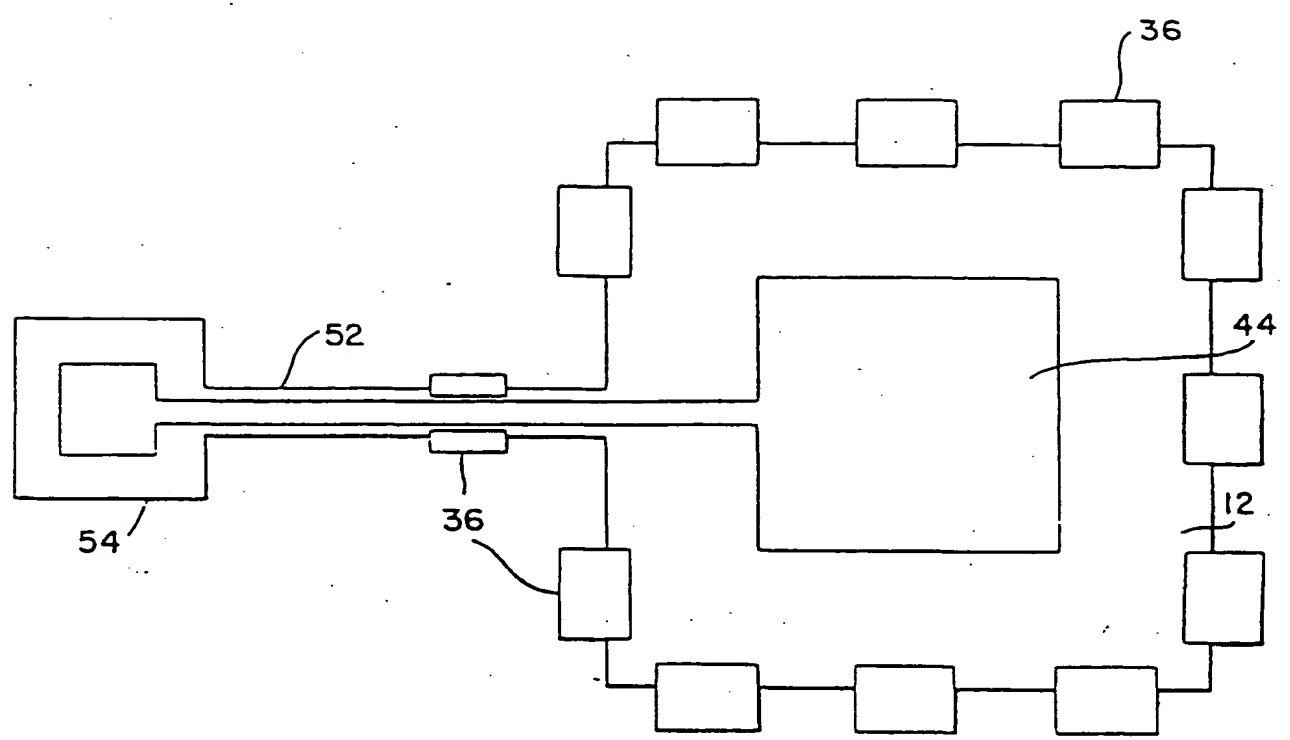


FIG. 3

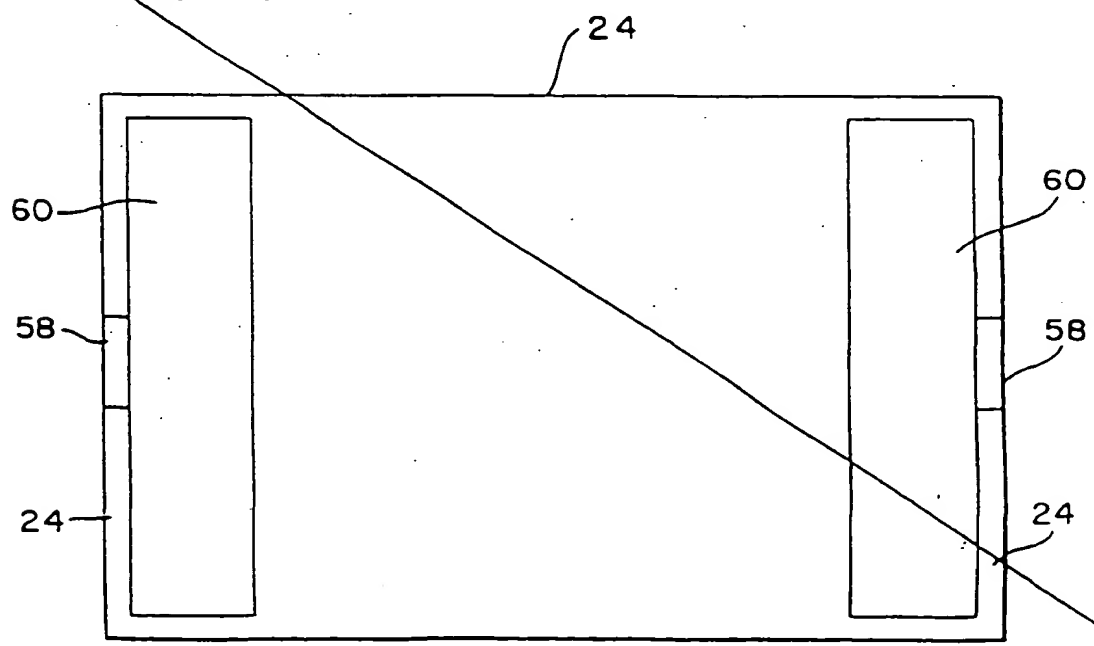


FIG. 3

3/5  
27.08.99

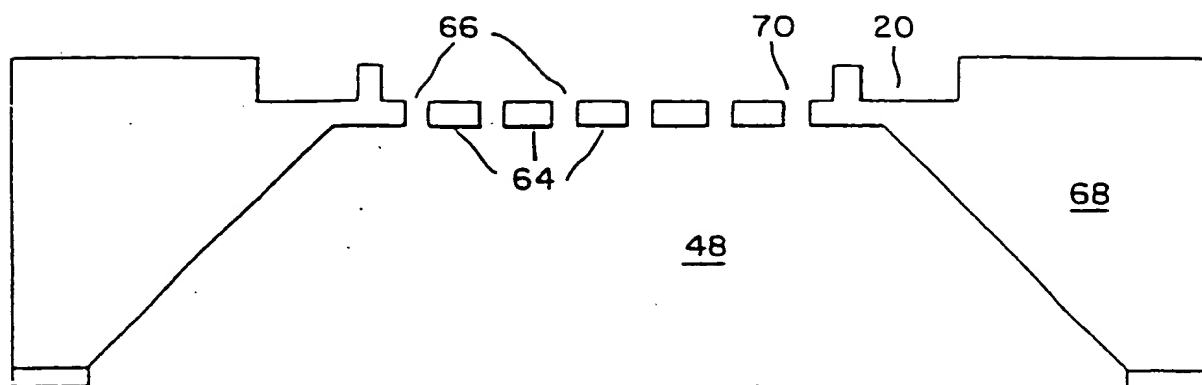
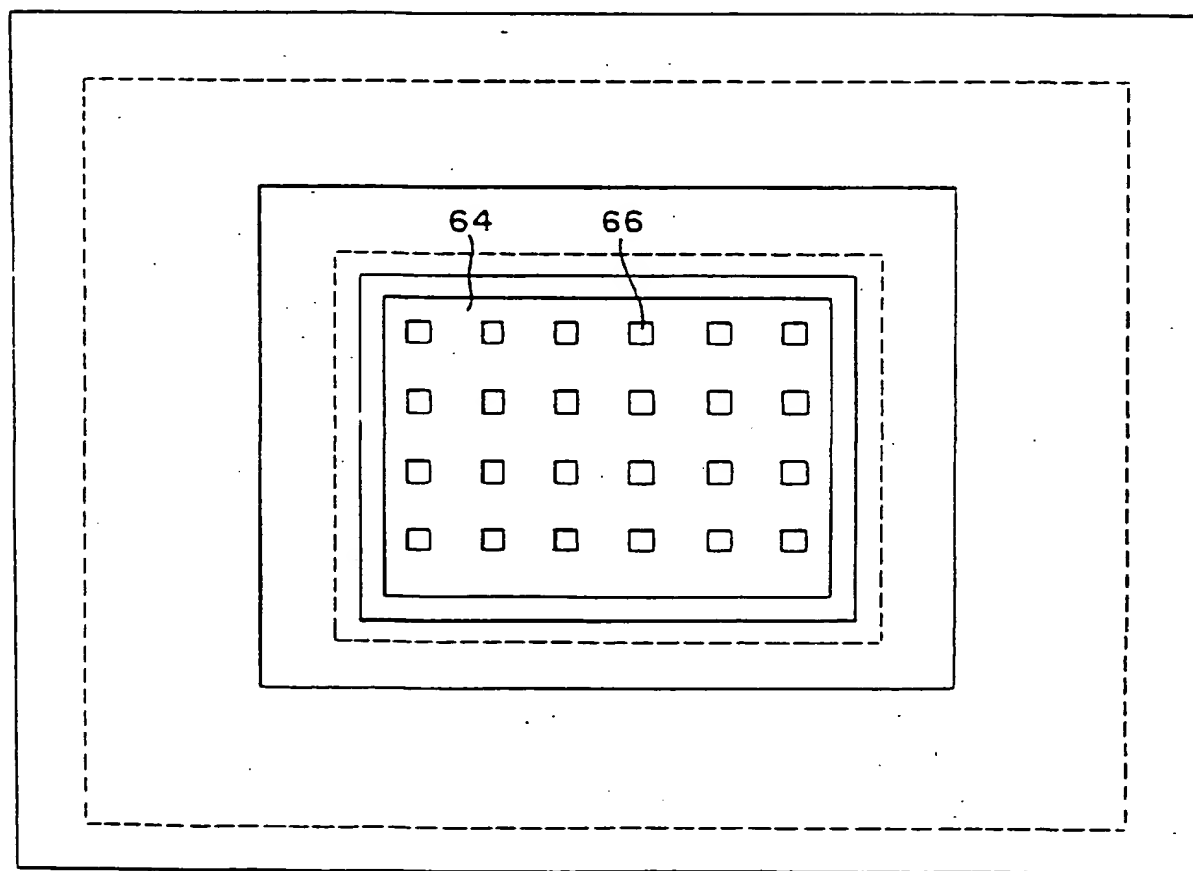


FIG. 4





27.08.99

FIG. 5

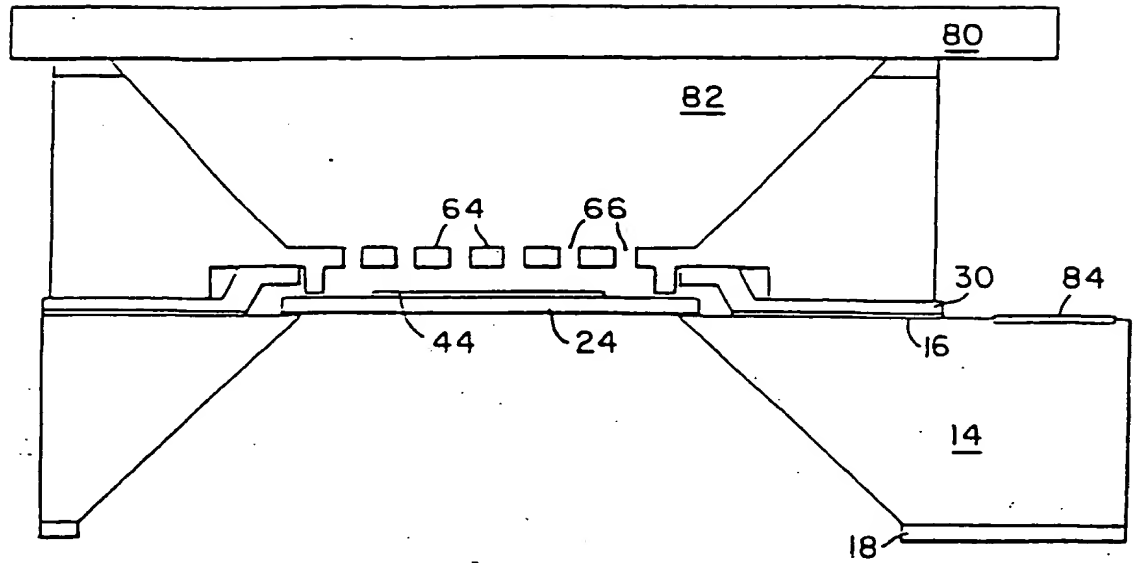


FIG. 6

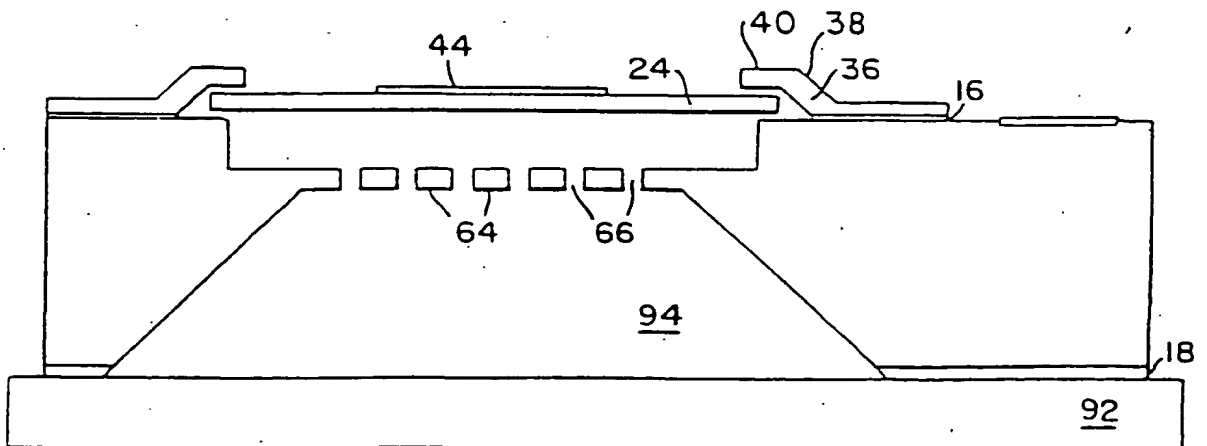


FIG. 7

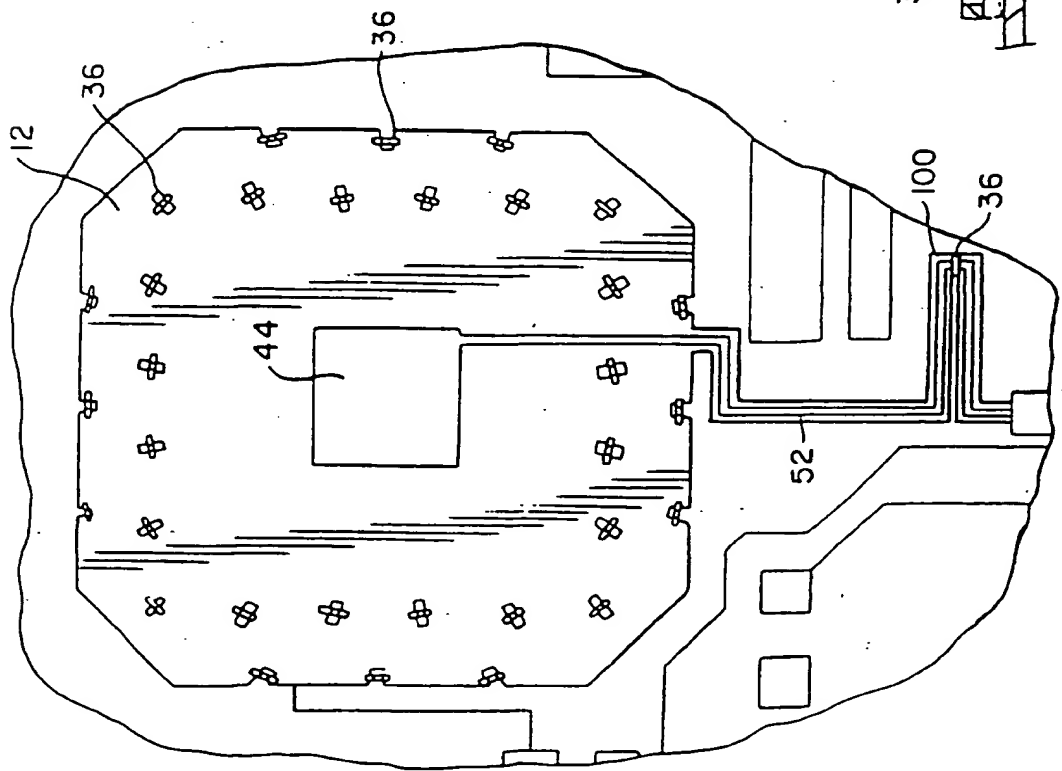


FIG. 8

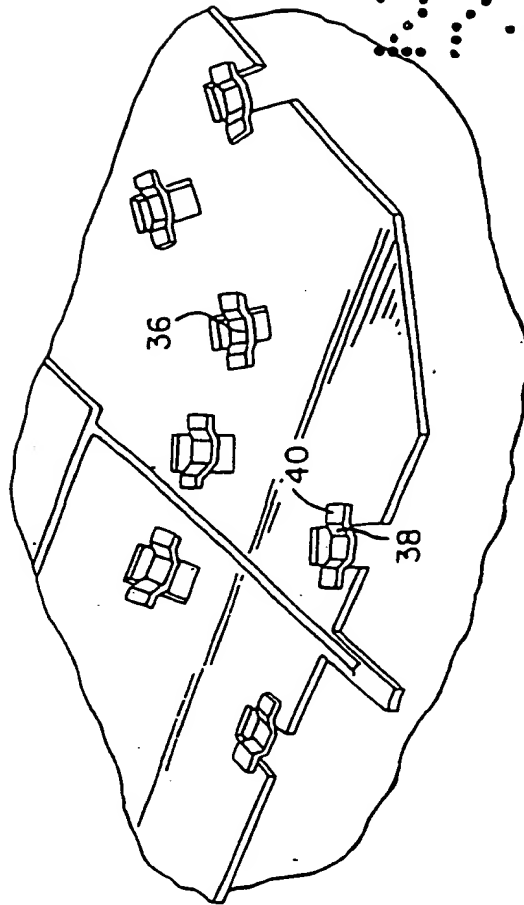


FIG. 9

